

„A hagyományos és az ökológiai gazdálkodási rendszerek hatása a talaj biológiai aktivitásra” c., F 042568. sz. OTKA pályázat zárójelentése

A biológiai aktivitás a talajok egyik igen jellemző paramétere. Ennek ismeretében következtetni tudunk arra, hogy a talajba került szerves anyagok milyen gyorsan alakulnak át a növény számára is felvehető szerves formákká, milyen a talajok tápanyag-szolgáltató képessége, termékenysége. Ennek ellenére a talajt nem szabad csupán egy élettelen, növények számára tápanyagot szolgáltató közegnek tekinteni, mivel az egy élő rendszer, amelyben kulcsszerepet kapnak a mikroorganizmusok. Számukra, faji összetételükre, aktivitásukra nagy hatást gyakorol az emberi beavatkozás, így a különböző gazdálkodási módok (Fliessbach et al. 2000; Stevlikova et al. 2002), azon belül is az eltérő agrotechnikai tényezők, mint például a monokultúrás termesztés (Grodzinszkij et al., 1983) vagy éppen a vetésváltás (Jorgji et al., 1994; López-Bellido et al., 1994; Sheptukhov et al., 1995; Stevlikova et al., 2002), a talajművelés (Svirskiene, 1996), a tápanyag-visszapótlás (Bolton et al. 1985; Losakov et al. 1986; Müller, 1991; Kátai, 1997, 2006; Ajwa et al., 1999; Marschner et al. 2003), a kemikáliák használata, illetve a talajjavítás (Zsuposné 2002; Zsuposné et al. 2002; Bezdicek et al., 2003).

Az utóbbi évtizedek erőteljes antropogén beavatkozása - mely megnyilvánul például a nem rendszerszemléletű talajművelésben, a kemikáliák intenzív használatban - a talaj biológiai aktivitására kedvezőtlenül hatott és ez a hatás tükröződik az elért termés mennyiségében, minőségében. Éppen ezért egyre több szakember figyelme irányul a biológiai gazdálkodás felé, tanulmányozva annak a termésre és talajéletre gyakorolt hatását. Előtérbe kerül a talaj állapotát kímélő és megőrző művelési mód, a megfelelő vetésváltás alkalmazása, valamint a szerves trágyák és környezetbarát anyagok tápanyagként történő felhasználása.

Éppen ezért a hazai és külföldi vizsgálatok módszerének és eredményeinek figyelembe vételével a Debreceni Egyetem Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén beállított kísérletekhez kapcsolódva - azonos ökológiai tényezők (mészlepedékes csernozjom talajtípus, éghajlati adottságok) mellett - elvégeztük a hagyományos és az ökológiai gazdálkodási módok a talaj biológiai aktivitására gyakorolt összehasonlító vizsgálatát.

A négy éves kutatómunka során arra kerestük a választ, hogy a hagyományos és a kemikália használatot mellőző, környezetkímélő ökológiai gazdálkodás hogyan hat a talajok

fizikai, kémiai tulajdonságaira, a talajban élő mikroorganizmusok mennyiségére és összetételére, a talajok biológiai aktivitásra. A két gazdálkodási mód hatásának vizsgálata mellett az egyes gazdálkodási módokon belül arra is választ vártunk, hogy az ökológiai gazdálkodásban a növénykultúra és a meszezés (2002-ben kijutatott mészsizap dózisa: 0, 2, 10 t/ha), míg a hagyományos gazdálkodásban a növénykultúra és a műtrágyázás (0, 30, 60, 90 kg/ha N+PK) hogyan befolyásolja a talajok biológiai aktivitását. Az ökológiai gazdálkodásban a N tápanyagpótlást a 6% N hatóanyag tartalmú Biofert formájában valósítják meg. Kijutatott dózisa: 2003-ban 112, 2004-ben 68, 2005-ben és 2006-ban 60 és 90 kg/ha.

A biológiai aktivitás mérésének számos módszere közül vizsgálataink során az alábbiakat alkalmaztuk:

- lemezöntéssel módszerrel meghatároztuk a talajminták összes csiraszámát és mikroszkopikus gombaszámát
- a fontosabb fiziológiai csoportba tartozó baktériumok (nitrifikáló, ammonifikáló, N-kötő, cellulózbontó) mennyiségi meghatározása Pochon-Tardieux (1962) alapján történt
- az enzimaktivitások közül a celluláz (Mersi et al. 1996), dehidrogenáz (Mersi, 1996), foszfatáz, (Krámer-Erdei 1959, cit. Szegi, 1976), szacharáz (Frankenberger et al., 1983), ureáz (Szegi, 1976) és kataláz (Szegi, 1976) enzimek aktivitását mértük,
- meghatároztuk a talajok CO₂ termelését (Witkamp, 1966; cit. Szegi, 1979),
- a biomassa-C mennyiségét fumigációs-inkubációs (Jenkinson et al. 1976), illetve fumigációs-extrakciós (Vance et al. (1987), módszerrel vizsgáltuk.

Mivel a talajok biológiai aktivitását befolyásolhatják annak fizikai és kémiai tulajdonságai ezért a talaj fizikai tulajdonságai közül meghatároztuk

- a leiszapolható rész százalékos mennyiségét (Li%),
- az Arany-féle kötöttségi számot (K_A),
- valamint a talaj tömegszázalékban kifejezett nedvességtartalmát (n_{t%}) (Klimes-Szmik, 1962)

A kémiai tulajdonságok közül mértük

- a talajszuszpenzió oldható H⁺-ion mennyiségét megmutató vizes pH-értékét, valamint a rejtett savanyúságot kifejező KCl-os pH-értéket (Filep, 1995),

- a talaj CaCO_3 -ban kifejezett összes karbonát tartalmát (Buzás et al., 1988),
- a vízben oldható összes sótartalmat (Lukács et al., 1988),
- a szerves anyag tartalmat (Hargitai, 1988 cit. Filep, 1995),
- az összes nitrogén tartalmat (Filep, 1995),
- a nitrát-nitrogén mennyiségét (Felföldy, 1987),
- az AL-oldható foszfor- és káliumtartalmat (Gerei, 1970).

A mezőgazdasági, ill. biológiai eredetű mintákkal végzett kísérleteknél, ahol a mért eredményeket olyan paraméterek is befolyásolják, amelyeket nem tudunk szabályozni, lényegesen nagyobb szórással kell számolni, mint az élettelen rendszereknél.

Kísérleteinkben éppen ezért a méréseket négy ismétlésben végeztük, az eredmények statisztikai feldolgozására a Microsoft Excel programot használtuk, a szignifikáns differenciát 5, 1 és 0,1% szinten is megvizsgáltuk, valamint a vizsgált paraméterek között összefüggéseket kerestünk.

A négy év során kapott eredményeinket az alábbiakban foglaljuk össze.

A fizikai és kémiai talajvizsgálati eredményeink azt mutatták, hogy valamennyi talajminta textúrája vályog. Kémhatásukat tekintve a talajminták gyengén savanyúak. Az ökológiai gazdálkodásban a hagyományos gazdálkodáshoz képest szignifikánsan kisebb pH-értékeket mértünk. Ennek oka a savanyú kémhatású Biofert (pH=3-4) tápanyagként való alkalmazása.

A 2002-ben meszezett parcellákban mért pH-értékek a kontrolhoz képest szignifikánsan nagyobbak voltak.

A hagyományos gazdálkodáson belül a növekvő műtrágyaadagokhoz alacsonyabb kémhatás tartozott, de nem minden esetben volt a műtrágyázás hatása szignifikáns.

A talajminták kis sótartalmúak, AL-oldható foszfortartalmuk gyenge-közepes, káliumellátottságuk megfelelő-jó, humusztartalmuk közepes-megfelelő, a N% alapján nitrogénben közepesen ellátottak.

A tápanyag-ellátottságot vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a hagyományos gazdálkodásban magasabb foszfor- és humusztartalmat mértünk, illetve ezen gazdálkodáson belül a csemegekukorica kedvezőbb előveteménynek bizonyult, mint a napraforgó. Az ökológiai gazdálkodásban a meszezés, illetve a csemegekukorica és borsó vetésszerkezetben való szerepeltetése pozitív hatást gyakorolt a talaj tápanyag-ellátottságára.

Ha a hagyományos és az ökológiai gazdálkodás talajaiban mért átlagos mikrobaszámokat összehasonlítjuk, megállapíthatjuk, hogy az összes csiraszám, mikroszkopikus gombaszám és az aerob cellulózbontó baktériumok száma az ökológiai, míg a nitrogén körforgalomban szerepet játszó mikroorganizmusok száma a hagyományos gazdálkodásban volt magasabb. A két gazdálkodást összehasonlítva a mikroszkopikus gombák biodiverzitásában lényeges különbséget nem tapasztaltunk.

Az ökológiai gazdálkodási rendszerben a meszezés azáltal, hogy növelte a talajminták pH-értékét, az összes baktériumszáma kedvezően hatott, míg a mikroszkopikus gombák számát gyakran a kontrol mintához képest is csökkentette. A növénykultúrák hatását vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a mikroszkopikus gombaszám és a cellulózbontó baktériumok száma őszi búza, illetve csemegekukorica elővetemények esetében magasabb volt, míg az összes csiraszám, a nitrifikáló és ammonifikáló baktériumok számát emelte a borsó vetésszerkezetben való szerepeltetése.

A hagyományos gazdálkodási rendszerben a műtrágyázásra vonatkozóan megállapíthatjuk, hogy a kisebb műtrágyadózis - 30 és 60 kg/ha N+PK – pozitívan hatott a mikrobákra, azok száma emelkedett a kontrolhoz képest. A 90 kg/ha-os műtrágyaadag a mikroorganizmusok számát – esetenként a kontrol parcellákban mért értékek alá - csökkentette. Az elővetemények közül a csemegekukorica kedvezőbb előveteménynek bizonyult, mint a napraforgó, hiszen esetében magasabb volt a cellulózbontó-, ammonifikáló- és N-kötő baktériumok száma.

Az enzimaktivitások vizsgálata alapján az alábbi megállapításokat tehetjük.

A két gazdálkodási rendszert összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy az ökológiai gazdálkodásban intenzívebb volt a foszfatáz, dehidrogenáz és celluláz enzimek aktivitása. A hagyományos gazdálkodási rendszer kedvezően hatott a szacharáz, kataláz és ureáz enzimek működésére. Az utóbbi két enzimnél a hatás statisztikailag is igazolható.

Az ökológiai gazdálkodáson belül a meszezés hatását vizsgálva elmondható, hogy a javított területeken a kontrollhoz képest magasabb volt a kataláz és a dehidrogenáz enzimek aktivitása. Ezzel szemben a foszfatáz és a szacharáz aktivitás a kontroll parcellákban volt magasabb.

Az elővetemények hatását vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a borsó/csemegekukorica előveteményű területeken nagyobb volt a szacharáz és dehidrogenáz enzimek aktivitása. Ezzel szemben csak csemegekukorica elővetemény esetében a kataláz, foszfatáz, celluláz enzimek aktivitása volt intenzívebb.

A hagyományos gazdálkodási rendszerben a műtrágyázás a kontrollhoz képest – több esetben is szignifikánsan – stimulálta a foszfatáz, szacharáz, dehidrogenáz és celluláz enzimek aktivitását. A műtrágya dózisok közül a 60 kg/ha N+PK bizonyult a legkedvezőbbnek. Valamennyi műtrágya adag a kontrollhoz képest csökkentette a kataláz enzim aktivitását, és ez a hatás többnyire szignifikáns volt. Az ureáz enzim esetében is megállapíthatjuk, hogy a műtrágyázás gátolta az enzim működését.

A csemegekukorica kedvezőbb előveteménynek bizonyult, mint a napraforgó, hiszen esetében intenzívebb volt a szacharáz, kataláz és celluláz enzimek működése. Napraforgó előveteményű parcellákban csak a foszfatáz, ureáz enzim aktivitása alakult kedvezőbben.

A két gazdálkodási rendszer hatását vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy az ökológiai gazdálkodásban mind a fumigációs-extrakciós, mind a fumigációs-inkubációs módszerrel mért biomassza-C tartalom magasabb volt.

Az ökológiai gazdálkodáson belül a meszezés biomassza C-tartalomra, valamint a talajminták CO₂-termelésére gyakorolt kedvező hatását nem tudtuk egyértelműen bizonyítani. Többnyire a biomassza-C mennyisége és CO₂-termelése a meszezett területeken a kontrollhoz képest csökkent. A növénykultúrákat vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a kísérlet első évétől eltekintve szignifikánsan nagyobb volt a mikrobiális biomassza-C tartalom, ha a borsó nem szerepelt a vetésszerkezetben, ezzel szemben a talajok CO₂-termelésre kedvezően hatott.

A hagyományos gazdálkodási rendszerben a műtrágyázás kedvezően befolyásolta mind a biomassza-C tartalmat, mind a CO₂ produkciót bár esetenként a nagyobb dózisok (60 és 90 kg/ha N+PK) már csökkenést eredményeztek. A műtrágyázás hatása szignifikáns volt. Az elővetemények közül a napraforgó a biomassza-C mennyiségi változása szempontjából – a szármaradvány jelentős cellulóztartalmának köszönhetően - szignifikánsan jobb előveteménynek bizonyult.

A CFI és CFE módszerrel meghatározott biomassza-C tartalmakat összehasonlítva, azt tapasztaltuk, hogy a fumigációs-extrakciós elv alapján mért értékek átlagosan 1,36-szor magasabbak, mint a fumigációs-inkubációs módszerrel mért eredmények, vagyis több extrahálható szerves C-t nyertünk ki a 24 órás kloroformos fumigációt követően, mint amennyi mineralizálódott a 10 napos inkubáció során.

A 2003-2006 között végzett vizsgálataink eredményei alapján úgy gondoljuk, hogy az ökológiai gazdálkodás fontos szerepet tölt be a fenntartható mezőgazdaság, illetve a talajállapot megőrzésében. Igazolva érezzük az ökológiai gazdálkodás létjogosultságát és így

elősegíthetjük annak minél szélesebb körben való elterjedését, mely környezetvédelmi szempontból is nagy jelentőséggel bír.

Irodalom

1. AJWA, H. A. - DELL, C. J. - RICE, C. W. (1999): Changes in enzyme activities and microbial biomass of tallgrass prairie soil as related to burning and nitrogen fertilisation. *Soil Biology and Biochemistry*, 31/5. 769-777. p
2. BEZDICEK, D. F., BEAVER, T. & GRANATSTEIN, D., 2003. Subsoil ridge tillage and lime effects on soil microbial activity, soil pH, erosion and wheat and pea yield in the Pacific Northwest, USA.. *Soil and Tillage Research*. 74. 55-63.
3. BOLTON, H., ELLIOTT, L. F., PAPENDICK, R. I., BEZDICEK, D. F. (1985): Soil microbial biomass and selected soil enzyme activities: effect of fertilization and cropping practices. *Soil Biology Biochemistry*, 17/3., 297-302. p.
4. BUZÁS I. - MURÁNYI A. - RÉDLYI L-NÉ (1988): A talaj kémhatásának vizsgálata. In: Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. (szerk.: Buzás I.). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 87-102. p.
5. FELFÖLDY L. (1987): A biológiai vízminősítés. Vízgazdálkodási Intézet, Budapest. 172-174. p.
6. FILEP GY. (1995): Talajvizsgálat. Egyetemi jegyzet. Debrecen. 3-156. p.
7. FLIESSBACH, A. - MADER, P. - DUBOIS, D. - GUNTS, L. (2000): Results from a 21 year old field trial. Organic farming enhances soil fertility and biodiversity. FiBL Dossier. 1. 15. p.
8. FRANKENBERGER, W. T. - JOHANSON, J. B. (1983): Methods of measuring invertase activity in soils. *Plant and Soil*. 74. 301-311. p.
9. GEREI L. (1970): Talajtani és agrokémiai vizsgálati módszerek. OMMI kiadvány. 16-19. p.
10. GRODZINSZKIJ, A. M. - GOLOKOVO, E. A. (1983): Allelopaticheskie problemü pocsvoutomlenije. *Pocsvovedenie*. Moszkva 1. 74-78. p.
11. JENKINSON, D. S. & POWLSON, D. S., 1976. The effects of biodical treatments on metabolism in soils. A method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.* 27. 209-213.
12. JORGJI, K. V. - KRISTO, I. L. (1994): The influence of crop rotation on the chlorophyll content and leaf area index in the maize crop. 3rd Congress of the European Society for Agronomy. Padova. 708-709. p.
13. KÁTAI, J. (1997): The effect of agrochemical methods on microflora and biological activity in the soil. In: *Land use and Soil Management* (ed. Filep, Gy) 240-252. p.
14. KÁTAI J., 2006. Changes in Soil Characteristics in a Mono- and Triculture Long-term Field Experiment. *Agrokémia és Talajtan*. 55. 183-192.
15. KLIMES-SZMIK A. (1962): A talajok fizikai tulajdonságainak vizsgálata. In: Talaj- és trágyavizsgálati módszerek (szerk. Ballenegger R. - di Gléria J.). Mezőgazdasági Kiadó. 83-161. p.
16. LÓPEZ-BELLIDO, L. - Fuentes, M. - CASTILLO, J. E. - LÓPEZ, F. J. (1994): Influence of crop rotation on wheat yield under mediterranean condition. 3rd Congress of the European Society for Agronomy. Padova. 720-721. p.
17. LOSAKOV, V. G., EMCEV, V. T., NICÉ, L. K., IVANOVA, SZ. F., ROGOVA, T. A. (1986): Biologicseszkaja aktivnoszt pocsvy v szpecinivnogo sziderata i szolomy v kacsesztve udobrenij. *Izv. TSZHA.*, Moszkva 4., 10-17. p.

18. LUKÁCS A. - RÉDLY L-NÉ (1988): A talajok sótartalmának és sóösszetételének vizsgálata. In: Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. (szerk.: Buzas I.). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 174-210. p.
19. MARSCHNER, P. – KANDELER, E. - MARSCHNER, B. (2003): Structure and function of the soil microbial community in a long-term fertilizer experiment. *Soil Biology and Biochemistry* 35. 453-461. p.
20. MERSI, W. (1996): Dehydrogenase Activity with the Substrate INT In: Schinner, F. - Öhlinger, R. - Kandeler, E. - Margesin, R. *Methods in soil biology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 243-245.
21. MERSI, W. – SCHINNER, F. (1996): CM-Cellulose Activity. In: Schinner, F. - Öhlinger, R. - Kandeler, E. - Margesin, R. *Methods in soil biology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 190-193.
22. MÜLLER G. (1991): Az agroökológia talajmikrobiológiai kérdései és az intenzív mezőgazdasági termelés. *Agrokémia és Talajtan*. 40:3-4, 263-272.
23. POCHON, J. - TARDIEUX, P. (1962): *Techniques D' Analyse en Micobiologie du Sol*. Collection "Techniques de Base". 102. p.
24. SHEPTUKHOV, V. N. - GALKINA, M. M. (1995): Biological activity of the soil in rotation. *Khimiya v Sel'skom Khozyaistve*. 6. 19-22. p.
25. STEVLÍKOVÁ, T. - JAVOREKOVÁ, S. - VJATRÁKOVÁ, J. (2002): Soil biological activity within integrated and ecological management of soil. *Agrártudományi Közlemények. Acta Agraria Debreceniensis*. Debrecen. (közlésre elfogadva)
26. SVIRSKIENE, A. (1996): The effect of various soil tillage methods on soil biological activity. *Lietuvos Zemdirbystes Instituto Mokslo Darbai, Zemdirbyste*. 54. 54-62. p.
27. SZEGI J. (1976): Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek. Budapest. Mezőgazdasági Kiadó. 234-259.
28. VANCE, E. D., BROOKES, P. C. & JENKINSON, D.S., 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol Biochem*. 19. 703-707.
29. ZSUPOSNÉ O. Á. (2002): Javítás hatása a talajtulajdonságokra és a talajmikrobákra agyagbemosódásos barna erdőtalajon. In: Talaj és környezet (szerk. Káta J. – Jávora A.). Debrecen. 268-280. p.
30. ZSUPOSNÉ O. Á. – KÁTAI J. – BESSENYEI M. (2002): A talaj biológiai aktivitásának vizsgálata talajműveléses tartamkísérletben. *Tartamkísérletek, tájtermesztés, vidékfejlesztés*. II. kötet. 155-162. p.